

Détermination des objectifs économiques des petits producteurs de café au Guatemala [Une application de la programmation multicritère]

Une application de la programmation multicritère

Juan Carlos Méndez, Mr Michel Benoit-Cattin

Citer ce document / Cite this document :

Carlos Méndez Juan, Benoit-Cattin Michel. Détermination des objectifs économiques des petits producteurs de café au Guatemala [Une application de la programmation multicritère]. In: Économie rurale. N°239, 1997. pp. 49-57;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1997.4868>

https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1997_num_239_1_4868

Fichier pdf généré le 08/05/2018

Résumé

Sur la base d'une typologie articulant le niveau d'intensification de la production et la structure des exploitations familiales, cette étude a pour objectif d'identifier les critères de décision technico-économiques propres à chaque type d'exploitation ciblé par la vulgarisation agricole. La méthode utilisée est la modélisation par programmation mathématique des systèmes de production complétée par la technique du Multiple Criteria Decision Making (mcdm) appliquée à des exploitations préalablement typées. L'objectif principal des exploitations ne serait la maximisation de la marge brute que dans le cas des exploitations des "Jeunes". Les "Capitalisés" maximisent la rentabilité, les "Diversifiés" minimisent les charges variables et les "Traditionnels" minimisent la difficulté de gestion. Ces résultats peuvent permettre une meilleure sélection des propositions techniques faites aux exploitants.

Abstract

Determination of the economic goals of the small coffee producers in Guatemala : an application of the multiple criteria decision making methodology

Based on a farm typology which matches the intensification level and their production structure, this study makes the effort to determine the technico-economic decision criteria of each type of farm targetted by the agricultural extension. The method is the mathematical programming modeling of production systems complemented with the Multiple Criteria Decision Making (MCDM) technic applied to different types of farms. The main farmer's objective is the profit maximization only for the "Young" farmers. The "Capitalised" ones maximize "profit/variable cost" ratio, the "Diversified" farmers minimize variable cost and the "Traditional" ones minimize the management difficulty. These results can allow a better screening of technical proposals made to different farmers.

Détermination des objectifs économiques des petits producteurs de café du Guatemala

Une application de la programmation multicritère

L'évaluation d'opérations de développement agricole a montré qu'une des limitations de leur impact viendrait de ce qu'elles ne tiennent pas compte de la diversité des exploitations agricoles auxquelles elles s'adressent ; elles délivrent un message technique unique de façon homogène (Tourte, 1983). Ces critiques ont conduit au renforcement des cellules de suivi d'évaluation au sein de ces opérations et à la mise en place de suivi d'exploitations agricoles. Les données ainsi recueillies ont permis de construire des typologies d'exploitations mettant en évidence leur diversité, essentiellement sur une base structurelle.

En liaison avec un programme de développement des petites exploitations caféières du Guatemala, un travail de ce genre a été réalisé et une typologie proposée par Méndez et Benoit-Cattin en 1994. Les variables retenues prenaient compte à la fois du niveau d'intensification de la caféiculture, de l'hétérogénéité dans l'accès aux ressources et de la position de chaque exploitation dans son cycle de vie (cycles de vie de la famille et de la plantation).

L'étape suivante a été la compréhension du fonctionnement des systèmes techniques des exploitations concernées par la vulgarisation d'une caféiculture plus performante ; un modèle technico-économique a été construit en programmation linéaire. Avec un modèle identique pour tous les types d'exploitation, il n'était pas possible de reproduire la diversité observée simplement en prenant en compte les contraintes de structure, l'hypothèse fût émise que ces types d'exploitations différaient également par leur logique économique habituellement exprimée à la fois dans la fonction objectif et dans certaines contraintes spécifiques.

La pratique habituelle retient une même fonction objectif pour toutes les exploitations alors que les contraintes économiques sont ajustées par tâtonnement jusqu'à reproduire au mieux la réalité. Pour améliorer ce processus de calage, les techniques dites "Multiple Criteria Decision Making" (MCDM) ont été expérimentées. Les principes de la méthode seront exposés, puis sa mise en oeuvre et les résultats obtenus seront présentés et discutés.

L'analyse décisionnelle multicritère

MCDM

La controverse multi-objectif *versus* mono-objectif est apparue vers les années 1970. Willis et Perlack (1980) ont compilé dans leurs travaux les diverses argumentations de ce débat. Un bilan des connaissances sur la détermination des objectifs des exploitations agricoles a été présenté par Méndez (1995).

1. Évolution des approches

Pour résumer le débat mono-objectif *versus* multi-objectif, on peut retenir que les approches multi-objectifs apportent plus d'informations pour l'identification des fonctions d'utilité des agents économiques, ce qui permettrait donc de mieux aider à la prise de décisions ou de faire des prévisions plus précises.

Au début des années 1980, le débat s'est porté sur l'avantage ou le désavantage de proposer des solutions optimales, uniques ou multiples, dans les modèles décisionnels utilisant la programmation linéaire (PL.) (1)

Les travaux qui mettent en oeuvre des solutions optimales multiples représentent la transition entre les modèles standards (PL. mono-critère) et les modèles MCDM. La technique proposée consiste à analyser les solutions possibles autour de la solution optimale mono-critère, d'où l'identification de plusieurs solutions alternatives. La décision se fait en intégrant d'autres critères non quantifiés dans le modèle. On trouvera des exemples d'application de cette technique dans les travaux de Burton et al. (1987), Jeffrey et al. (1992) et Willis et Willis (1993), ces derniers faisant une comparaison entre l'approche MCDM et l'approche des solutions quasi optimales (2). Ces débats techniques recouvrent une controverse entre une approche normative et une approche constructiviste de la décision. L'approche normative repose sur un objectif unique, se situe dans un

1. Pour en savoir plus, le lecteur intéressé peut se reporter aux travaux de Paris (1981, 1983) et McCarl et Nelson (1983).

2. On trouvera une description historique exhaustive de l'évolution de l'analyse MCDM dans les travaux de Romero et Rehman (1989) et Romero (1993).

univers certain et suppose l'information complète ; pour dépasser ces limites, l'approche constructiviste reconnaît la multiplicité des objectifs, se situe dans un univers incertain avec une information incomplète. L'approche normative prescrit la décision rationnelle alors que l'approche constructiviste explicite pour le décideur les implications des différentes décisions envisageables.

2. Application de l'analyse MCDM à l'économie agricole

Les recherches sur les approches multicritères sont essentiellement tournées vers l'aide à la prise de décision. Soit un décideur cherche à concilier plusieurs objectifs plus ou moins contradictoires, soit une décision commune doit être prise par plusieurs décideurs aux intérêts plus ou moins divergents. Dans les deux cas, il s'agit de trouver une solution de compromis. Dans le domaine agricole, ces approches sont plus particulièrement développées par Romero. Une autre utilisation des modèles se veut davantage positive : il ne s'agit plus de dire ce qui doit être fait, mais de comprendre des décisions observées ; c'est dans cette optique que nous nous situons à la suite de travaux réalisés récemment en Andalousie (Sumpsi et al. 1993, 1994). Ces auteurs ont déterminé les objectifs des exploitations agricoles à partir d'une typologie de producteurs fondée sur trois types de variables : a) la disponibilité en ressources productives ; b) les aspects stratégiques de la production (niveau d'intensification, cultures annuelles ou pérennes, etc.) ; c) les variables qui rendent compte du niveau de performances de l'exploitation.

Pour analyser les objectifs, ils ont retenu les deux types de producteurs les plus représentatifs de la région étudiée.

3. La méthode

Il s'agit d'estimer non seulement les objectifs, mais aussi leur importance relative pour les exploitations modélisées. La méthode compte quatre phases, qui se présentent de la manière suivante :

- **première phase** : détermination *a priori* d'un ensemble de fonctions objectifs qui vise à représenter les objectifs réels des exploitations agricoles ;
- **deuxième phase** : détermination de la matrice des paiements (*Pay-Off Matrix*) pour les objectifs définis au cours de la phase précédente ;
- **troisième phase** : avec la matrice des paiements de la phase précédente, on formalise un problème MCDM de type *Weighted Goal Programming* (WGP). La solution du problème représente la première approximation des objectifs des exploitations et de leur importance relative ;
- **quatrième phase** : si l'ensemble de poids établi au cours de la phase précédente représente bien ce qu'on observe dans la réalité, le processus s'arrête, sinon, un processus itératif commence à partir de l'ensemble établi, jusqu'à trouver un nouvel ensemble de poids plus proche de la réalité.

Présentation de la notation mathématique utilisée

\underline{x} = Vecteur des variables décisionnelles (ici : surface par culture)

\underline{F} = Ensemble faisable (ensemble de contraintes rigides propres au modèle)

$f_i(\underline{x})$ = Expression mathématique du $i^{\text{ème}}$ attribut (à laquelle on va se référer en tant qu'objectif, pour revenir au lexique standard)

w_i = Poids qui mesure l'importance relative liée au $i^{\text{ème}}$ objectif

f_i^* = Valeur idéale atteinte par le $i^{\text{ème}}$ objectif

f_i = Valeur observée atteinte par le $i^{\text{ème}}$ objectif

f_{ij} = Valeur atteinte par le $i^{\text{ème}}$ objectif quand le $j^{\text{ème}}$ objectif est optimisé

n_i = Variable d'écart négative

p_i = Variable d'écart positive

Dans la première phase, il s'agit de déterminer *a priori* un ensemble de fonctions objectifs qui vise à représenter les objectifs réels des exploitations. Les expressions mathématiques $[f_1(\underline{x}), \dots, f_i(\underline{x}), \dots, f_q(\underline{x})]$ des objectifs établis sont récapitulées dans le tableau 1, qui présente le modèle général du problème. La détermination de la matrice des paiements constitue la deuxième phase proposée par la méthode. Le premier élément de la première ligne de la première colonne de la matrice est calculé par la résolution du problème de programmation mathématique suivant :

$$\text{Max } f_1(\underline{x})$$

$$\text{avec } \underline{x} \in \underline{F} \quad (1)$$

La solution optimale du modèle précédent devient le premier élément de la matrice ($f_1^* = f_1$). Pour obtenir le reste des éléments de la première colonne, il faut substituer le vecteur optimal des variables décisionnelles de la solution du problème (1) dans les expressions mathématiques des autres $q-1$ objectifs. Pour compléter la matrice, on doit donc résoudre $q-1$ problèmes de programmation mathématique et procéder comme dans le cas précédent.

De façon générale, l'élément générique f_{ij} sera obtenu par la résolution du problème : $\text{Max } f_j(\underline{x})$ s.t. $\underline{x} \in \underline{F}$, puis en remplaçant le vecteur optimum \underline{x}^* dans la fonction objectif $f_i(\underline{x})$.

Lorsque la matrice des paiements est complète, le système d'équations suivant peut être déterminé :

$$\begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1q} \\ f_{i1} & f_{i2} & \dots & f_{iq} \\ f_{q1} & f_{q2} & \dots & f_{qq} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_i \\ w_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_i \\ f_q \end{bmatrix}$$

Avec ce système d'équations, un modèle de programmation de type *Weighted Goal Programming* est formalisé, ce qui correspond à la troisième phase de la méthode :

$$\text{Min } [(n_1 + p_1) 1/f_1 + \dots + (n_i + p_i) 1/f_i + \dots + (n_q + p_q) 1/f_q]$$

$$\text{avec : } w_1 f_{11} + \dots + w_i f_{i1} + \dots + w_q f_{q1} + n_1 - p_1 = f_1$$

$$\dots \dots \dots$$

Tableau 1. Modèle général

Contraintes	Activités de production					Activités de transfert														"RHS"			
	Café 1	Café M1	Café T	Canne à sucre	Maïs /haricot	Travail contractuel				Trésorerie		Saisonnalité du travail (variable d'écart)											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19				
Terre(MZ)	1	1	1	1	1															= <	?		
Main-d'œuvre (journées)																							
1. 1 ^{re} période pluie	24	21	17	10	34	-1														= <	?		
2. 2 ^e période pluie	26	21	13	8	22		- 1													= <	?		
3. 1 ^{re} période sèche	120	87	48		46			- 1												= <	?		
4. 2 ^e période sèche	12	12	6	8	16				- 1											= <	?		
Contraintes de liquidité (Q)																							
1. Période sans récolte	- 1 600	-1 122	- 487	- 429	- 934	- 10	- 10			- 1	1									> =	0		
2. Période de récolte	5 359	3 903	2 284	1 321	3 116			- 10	- 10	1	- 1									> =	0		
Saisonnalité du travail (jours)																							
1. 1 ^{re} saison pluies	- 22	- 14	- 4	4	5							1	- 1							= =	0		
2. 2 ^e saison pluies	- 20	- 14	- 8	2	- 8									1	- 1					= =	0		
3. 1 ^{re} saison sèche	75	52	27	- 7	17											1	- 1			= =	0		
4. 2 ^e saison sèche	- 34	- 23	- 15	2	- 14													1	- 1	= =	0		
Minimum maïs/haricot (mz)					1															> =	?		
Minimum revenu familial (Q)	5 359	3 903	2 284	1 321	3 116	- 10	- 10	- 10	- 10											> =	?		
Fonctions objectifs																							
1. Marge brute (Q)	5 359	3 903	2 284	1 321	3 116	- 10	- 10	- 10	- 10												MAX		
2. Travail familial (journées)	182	141	84	26	118	- 1	- 1	- 1	- 1												MAX		
3. Travail contractuel (jours)						1	1	1	1												MIN		
4. Charges variables (Q)	1 600	1 122	487	429	934	10	10	10	10												MIN		
5. Saisonnalité du travail (jours)												1	1	1	1	1	1	1	1		MIN		
6. Niveau de difficulté (indice)	10	6	2	2	4																MIN		
7. Marge B/C variables (ratio)	335	348	469	308	334	- 1	- 1	- 1	- 1												MAX		

- b) La maximisation du travail familial (TF) en journées de travail.
- c) La minimisation du travail contractuel (TC) en journées de travail.
- d) La minimisation des charges variables (CV) en "quetzales".
- e) La minimisation de la saisonnalité du travail (ST) en journées de travail.
- f) La minimisation du niveau de difficulté (ND).
- g) La maximisation du rapport marge brute/charges variables (MB/CV).

Le niveau de difficulté est exprimé par un indice qualitatif comme l'ont appelé Sumpsi et al. (1993). Bien qu'artificiel, il représente l'appréciation des producteurs et des vulgarisateurs consultés à propos du niveau de difficulté de gestion des différents itinéraires techniques, au cours des enquêtes et des études monographiques. L'échelle utilisée pour l'estimation de cet indice va de 1 à 10, 1 représentant le niveau de difficulté le plus faible et 10 le niveau le plus important. Cet indice est une façon d'appréhender le risque. Sumpsi et al. (1994) ont établi, dans leur étude sur les exploitations familiales en Espagne, que la modélisation classique du risque (c'est-à-dire l'aversion à la variabilité de la marge brute dans le temps) ne représente pas bien le comportement des agriculteurs. Par contre, l'indice de difficulté de gestion paraît mieux représenter l'attitude des exploitants devant le risque technico-économique.

Les variables décisionnelles

Les systèmes de production alternatifs des petits producteurs de café du Guatemala sont le café, avec trois itinéraires techniques différents (le café intensif "X1", le café moyennement intensif "X2" et le café traditionnel "X3"), la canne à sucre et la rotation maïs-haricot noir sec (*frijol negro*). Les détails sur les itinéraires techniques peuvent être trouvés dans le travail de Méndez (1995).

Les contraintes du modèle

La terre

La superficie cultivable maximum correspond à la taille de l'exploitation. Aucune contrainte technique due aux caractéristiques du sol et pouvant empêcher la mise en œuvre des différentes alternatives de production n'a été relevée pour les exploitations étudiées. La somme des X_i (où i représente les cultures) doit donc être égale ou inférieure à la superficie disponible par exploitation. La disponibilité de la terre dans le cas de l'exploitation typique "Capitalisés" est de 14 manzanas (1), et dans le cas des exploitations "Jeunes", "Diversifiées" et "Traditionnelles", cette disponibilité est respectivement de 5,50-11,25 et 11,25 manzanas.

1. La mesure de superficie manzana (mz) équivaut à 7000 mètres carrés, soit 1 mz = 0,7 hectare.

La main-d'œuvre

Pour tenir compte de la disponibilité en main-d'œuvre familiale pour chaque période, quatre contraintes représentant ces périodes sont intégrées dans le modèle. Ces périodes sont : la première saison des pluies (mai, juin et juillet), la deuxième saison des pluies (août, septembre et octobre), une première saison sèche pendant laquelle il fait frais (novembre, décembre, janvier), et une deuxième saison sèche (février, mars et avril), pendant laquelle il fait chaud.

D'après les coefficients techniques, on observe que les périodes de forte contrainte en main-d'œuvre pour les différentes activités de production sont les deux saisons des pluies, au cours desquelles sont réalisés les travaux d'entretien et de fertilisation, et la première saison sèche, époque de la récolte. La contrainte en main-d'œuvre implique que la somme des journées de travail consacrées à chaque activité soit égale ou inférieure à la disponibilité en journées de travail familial dans les exploitations étudiées. Normalement, la disponibilité en travail familial se limite au chef de famille (60 journées de travail par période), disponibilité qui diminue au moment des récoltes (novembre-janvier) (nécessité de superviser les travaux) et pendant la deuxième saison sèche (période de vacances). Il est important de noter que la seule exploitation qui emploie la femme et les enfants est celle des "Jeunes" (2). La période des vacances scolaires (novembre-décembre) permet d'affecter les enfants aux travaux de récolte. Enfin, pour tenir compte de la possibilité d'effectuer un travail contractuel, on intègre au modèle les contraintes de main-d'œuvre en incluant les variables X_6 , X_7 , X_8 et X_9 , qui deviennent donc des variables décisionnelles.

La trésorerie

Deux contraintes de liquidités sont ajoutées au modèle pour garantir un *Cash flow* positif entre les périodes déficitaires et non déficitaires (période hors récolte et période de récolte). Les activités de trésorerie (X_{10} et X_{11}) sont des variables de transfert liées à ces contraintes. Dans le modèle, on impose que le transfert de liquidités est de 50 % de la période non déficitaire vers la période déficitaire, la seule exception étant l'exploitation des "Jeunes" où la possibilité de transférer les revenus a été fixée à 40 %.

La saisonnalité du travail

Pour tenir compte de la saisonnalité du travail, quatre contraintes ont été intégrées dans le modèle suivant la méthode proposée par Romero et al. (1987). Les coefficients liés aux contraintes représentent les écarts entre l'utilisation de la main-d'œuvre par culture et par période et l'utilisation moyenne de la main-d'œuvre par culture, c'est-à-dire que le premier coefficient de la sous-matrice de la saisonnalité du travail (-22) indique qu'au cours de la première période (mai-juillet), la production de café

2. Ici on suppose que la productivité du travail de récolte des femmes et des enfants de plus de 12 ans équivaut à 75% du travail des hommes, et à 50% pour les enfants de moins de 12 ans.

intensif (X1) a utilisé 22 journées de travail de moins que la moyenne générale sur toutes les périodes. Les variables d'écart (X12-X19) liées aux contraintes mesurent donc les écarts positifs et négatifs par rapport à l'écart nul toujours préféré dans le contexte de la production agricole. La minimisation de la somme des variables d'écart implique donc la minimisation de la déviation moyenne absolue (approche Hazell, 1971, dans un contexte différent). La minimisation de cet objectif assure donc la minimisation de la saisonnalité du travail.

L'autoconsommation

Cette contrainte assure l'autosuffisance alimentaire des exploitants. Depuis les travaux de Herath (1981) sur la fonction d'utilité *multi-attribut*, et de Hazell et Norton (1986), l'acceptation de la consommation de subsistance dans la fonction d'utilité en milieu paysan a été presque généralisée. Elle conduit le modèle à produire au minimum la rotation maïs-frijol et l'intégration de cet objectif comme contrainte rigide représente la priorité absolue assignée par les exploitants à la sécurité alimentaire dans leur comportement productif. Toutes les exploitations étudiées planifient la production en incluant la rotation maïs-frijol. Le terme constant de la contrainte (*RHS value*) a été fixé selon la surface que chaque type d'exploitation assigne dans la réalité aux vivriers. Ainsi, les exploitations "Capitalisés" assignent 0,5 mz, les "Jeunes" 1,25 mz, les "Diversifiés" et les "Traditionnels" 0,25 mz.

Le revenu familial minimum

Cette contrainte force le modèle à garantir le revenu familial minimum nécessaire pour faire face aux dépenses générales (habitation, alimentation, habillement, santé, scolarité, etc.). Des études monographiques sur chaque exploitation ont permis d'estimer ce revenu minimum afin de l'ajouter au modèle comme terme constant de la contrainte. Il est de 28 000 Q pour les "Capitalisés", de 16 000 Q pour les "Jeunes", 25 000 Q pour les "Diversifiés", et 20 000 Q pour les "Traditionnels".

Résultats et discussion

1. Les matrices des paiements

Comme indiqué plus haut dans la description de la méthode, les matrices des paiements de chaque exploitation étudiée ont d'abord été estimées. Le tableau 2 récapitule les résultats obtenus pour l'exploitation type "Capitalisé" à titre d'exemple. La dernière colonne n'appartient pas à la matrice des paiements, mais représente les valeurs observées pour l'exploitation représentative étudiée.

La logique de la matrice est la suivante : le premier élément de la première colonne de la matrice (50 544 Q) représente la marge brute maximum. Cet optimum est atteint avec 180 journées de travail familial, 2 336 journées de travail contractuel, 45 427 Q de charges variables. La saisonnalité du travail liée à cette

planification de la production est de 2 028 journées. Les indices de niveau de difficulté et de rentabilité du système de production attendus sont respectivement 137 et 2 354. Les éléments de la deuxième colonne sont liés au deuxième élément de cette colonne, c'est-à-dire au niveau optimal du travail familial (180 journées), de la même façon que dans le cas précédent. Il en est de même pour le reste des colonnes, toujours en mettant en rapport la valeur de l'objectif optimisé et les valeurs obtenues pour les autres.

Ce tableau peut également être lu en comparant chacune des solutions (en colonne) avec la réalité que l'on veut reproduire (dernière colonne). De façon complémentaire on peut l'analyser ligne par ligne pour voir ce qu'il advient des variables selon qu'elles sont objectif (à maximiser ou minimiser) ou non. Ainsi la marge brute MB est, soit maximum (50 544), soit égale à 28 000, ce qui est plus proche de la valeur observée 29 594. Le travail familial, TF, est toujours utilisé à son maximum (180) quel que soit l'objectif, etc.

Pour ce qui est de l'exploitation type "capitalisés" on voit donc qu'elle ne chercherait pas à maximiser sa marge brute, mais qu'elle essaye de faire mieux que les autres solutions alternatives retenues. La phase suivante de la démarche vise à déterminer de façon mathématique la pondération à donner aux différents objectifs pour approcher au mieux la réalité observée.

2. Première approximation des objectifs des exploitations et de leur importance relative

Dans la troisième phase proposée par la méthode, il s'agit de formaliser un problème de programmation mathématique à partir des coefficients de la matrice des paiements (point 3 de la méthodologie) (1). Le tableau 3 récapitule les résultats obtenus lors de cette première itération pour les quatre exploitations-types, résultats qui sont présentés dans l'espace des objectifs.

Les "Capitalisés"

Tout d'abord, on observe pour l'exploitation "Capitalisés" (tableau 3) que sur les trois objectifs retenus par le modèle parmi les sept pris en compte, seulement deux ont des poids non négligeables, à savoir la marge brute (7,04 %) et le rapport marge brute/charges variables (92,91 %). Cela répond aux interrogations soulevées par l'examen de la matrice et montre que cet exploitant maximise la profitabilité relative plutôt que la profitabilité absolue.

Le tableau 4 compare les valeurs estimées et observées dans l'espace des objectifs : pour les Capitalisés, le modèle reproduit bien la réalité. Les explications à ce type de fonctionnement sont de deux sortes : d'une part, ces exploitations ont la taille la plus importante (14 mz) et, même si elles sont engagées dans un processus d'intensification, le niveau d'investissement nécessaire

1. Le lecteur intéressé pour les détails techniques peut se référer au travail de Méndez, 1995.

Tableau 2. Matrice des paiements entre les objectifs, estimée à partir des informations de l'exploitation typique "Capitalisés"

	MB	TF	TC	CV	ST	ND	MB/CV	Cap*
MB	50544	28000	28000	28000	28000	28000	28000	29594
TF	180	180	180	180	180	180	180	180
TC	2336	1102	917	917	1102	1324	1281	1356
CV	45427	22888	20581	20581	22888	23763	22901	24497
ST	2028	498	555	555	498	1016	1006	1078
ND	137	60	64	64	60	51	51	57
MC	2354	3424	3527	3527	3424	4512	4850	4674

* Valeurs observées pour l'exploitation représentative

Tableau 3. Les objectifs et leur importance relative estimés à partir du comportement des exploitations typiques

En %

Objectifs	Exploitations			
	"Capitalisés"	"Jeunes"	"Diversifiés"	"Traditionnels"
Marge brute	7,04	97,44	7,17	6,47
Travail familial	0,00	0,00	0,33	0,00
Travail contractuel	0,00	0,00	0,00	0,00
Charges variables	0,00	0,00	92,48	0,00
Saisonnalité du travail	0,00	0,00	0,00	0,00
Niveau de difficulté	0,05	0,00	0,02	93,53
M.brute/C.variables	92,91	2,56	0,00	0,00

pour aboutir à la maximisation de la marge brute (itinéraire technique "café intensif") est très élevé ; d'autre part, les effets de la crise des prix qui a marqué la période étudiée, se font plus sentir à cet échelon parce que le niveau d'épargne de ces exploitations au cours de cette période a été presque nul (1).

Les "Jeunes"

L'analyse de l'exploitation type "Jeunes" montre des résultats opposés à ceux de l'exploitation "Capitalisés". On observe dans le tableau 4 que la maximisation de la marge brute (poids relatif de 97,44 %) joue un rôle de première importance dans le comportement des "Jeunes", tandis que le taux de rentabilité est présent mais vient en deuxième position (poids relatif de 2,56 %).

Le tableau 5 comparant les valeurs estimées et observées dans l'espace des objectifs montre que la performance du modèle est évidente. Une première approximation de l'explication du comportement observé est la proximité du niveau de revenu familial minimum du niveau optimum de la marge brute. Cela s'explique par le fait que d'une part ces exploitations ont la taille la plus petite

(5,5 mz) et que d'autre part les besoins en revenus sont relativement élevés en raison du grand nombre de membres de chaque famille.

Les "Diversifiés"

Dans le tableau 4, les résultats pour l'exploitation "Diversifiés" montrent l'apparition d'objectifs tels que "travail familial" et "niveau de difficulté" dans la fonction d'utilité des exploitants ; cependant leurs poids relatifs sont encore négligeables (0,33 et 0,02 %, respectivement).

D'après ces résultats, on peut conclure que ces exploitations fonctionnent tout d'abord en minimisant les charges variables (92,48 %) et ensuite en maximisant la marge brute (7,17 %). Comme dans les cas précédents, l'ensemble de poids estimés par le modèle reproduit bien les valeurs observées dans l'espace des objectifs. On sait qu'en diversifiant la production, l'exploitation vise la minimisation de la variabilité du niveau de revenus. Cet objectif est poursuivi soit par l'augmentation du nombre de produits destinés au marché, soit par la diminution des coûts. Dans le cas présent, la mise en culture de la canne à sucre dans le système de production des exploitations "Diversifiés" se fait par les deux voies, d'une part par la diminution des charges variables et d'autre part, non seulement par l'augmentation du nombre de produits mais aussi par la stabilité des revenus grâce à la stabilité des prix et du niveau de la production diversifiée.

Les "Traditionnels"

Enfin, le tableau 4 donne l'ensemble de poids estimés pour l'exploitation "Traditionnels". Deux objectifs jouent un rôle prépondérant dans la fonction d'utilité de ces exploitations, à savoir la marge brute (6,47 %) et la minimisation du niveau de difficulté (93,53 %). D'après ces résultats, il est évident que ces exploitations fonctionnent en minimisant le niveau de difficulté des itinéraires techniques des différentes cultures. Comme Sumpsi et al. (1994) le font remarquer, l'indice du niveau de difficulté correspond à la difficulté de gestion des itinéraires techniques, et pourrait bien exprimer l'aversion au risque technico-économique de ces agriculteurs.

1. A la suite de la suspension des clauses économiques de l'Accord international du commerce du café en juillet 1989, une crise des prix caféier s'est développée au cours de la période 1989-1994. La crise a fini en juin-juillet 1994, à cause de gels inattendus au Brésil (premier producteur mondial) qui ont occasionné des pertes dans la production de l'ordre de 30 à 40%.

Tableau 4. Valeurs estimées et observées dans l'espace des objectifs

Objectifs		"Capitalisés"		"Jeunes"		"Diversifiés"		"Traditionnels"	
		Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée
Marge brute	MB	28000	29594	18624	18542	25000	26145	20000	21315
Travail familial	TF	180	180	370	370	160	160	180	180
Travail contractuel	TC	1281	1356	432	429	863	936	873	945
Charges variables	CV	22901	24497	10944	10861	18901	20163	15156	16941
Saisonnalité du travail	ST	1006	1078	559	556	600	675	689	751
Niveau de difficulté	ND	51	57	38	38	59	63	30	35
M. brute /C. variables	MB/CV	4850	4674	1571	1580	2731	2671	4158	3935

3. Validation des objectifs et de leur importance relative

La quatrième phase propose la validation de la méthode par la formalisation et la résolution du problème (4) de programmation mathématique présenté plus haut dans la méthodologie (1).

Les résultats montrent que dans l'espace des variables décisionnelles, l'ensemble des poids déterminés dans la phase précédente représente bien la réalité des exploitations types. Autrement dit, il n'est pas nécessaire de s'engager dans le processus itératif proposé par la

méthode, car la première approximation des objectifs et de leur importance relative est proche de ce qu'on observe dans les exploitations étudiées. Le tableau 6 récapitule les valeurs estimées par le modèle et les valeurs observées dans l'espace des variables décisionnelles. La cohérence entre ces valeurs permet de conclure que l'estimation des objectifs et de leur importance relative dans chaque type d'exploitations est correcte. L'analyse de ce tableau permet en outre de vérifier la proximité des valeurs estimées par le modèle de celles observées dans les exploitations. On constate aussi que la superficie cultivée totale dans chaque exploitation correspond aux valeurs estimées par le modèle, ce qui mérite d'être souligné car on ne force pas le modèle à utiliser la totalité de la surface disponible par exploitation

1. N'ont été pris en compte dans la formalisation que les objectifs qui ont un poids relatif important.

Tableau 5. Valeurs estimées et observées dans l'espace des variables décisionnelles (en m²)

Activités	Variables	"Capitalisés"		"Jeunes"		"Diversifiés"		"Traditionnels"	
		Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée
Café intensif	X1	2,74	3,50	3,04	3,00	4,54	5,00	0,00	0,00
Café semi-intensif	X2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	3,00
Café traditionnel	X3	10,76	10,00	1,21	1,25	0,00	0,00	9,25	8,00
Canne à sucre	X4	0,00	0,00	0,00	0,00	6,46	6,00	0,00	0,00
Maïs-haricot	X5	0,50	0,50	1,25	1,25	0,25	0,25	0,25	0,25
TOTAL		14,00	14,00	5,50	5,50	11,25	11,25	11,25	11,25

Conclusions

Par rapport à notre objectif initial d'approche positive des objectifs des exploitants, il est indéniable que la méthode multicritère est efficace. Pour chaque type, elle montre qu'il faudrait combiner l'objectif standard de maximisation de la marge brute avec un autre objectif.

La détermination mathématique des coefficients de pondération est séduisante car elle paraît plus rigoureuse que l'établissement approximatif de coefficients d'ajustement comme l'aversion au risque dans d'autres formulations.

Dans le cas présent, les poids très différents donnés à chacun des deux objectifs peuvent permettre de n'en retenir qu'un. Les systèmes de production des petites exploitations étudiées seraient donc bien représentés par des modèles mono-objectifs mais, contrairement à ce que le modèle standard suggère, la logique de fonctionnement ne serait pas toujours la maximisation de la marge brute. La maximisation de la marge brute ne serait l'objectif principal que pour un type d'exploitants, "les Jeunes"; les "Capitalisés" maximisant la rentabilité plutôt que la marge brute, les "Diversifiés" minimisant les charges variables et les "Traditionnels" minimisant la

difficulté de gestion. Ces enseignements qualitatifs sont intéressants pour les techniciens du développement agricole. La typologie attire leur attention sur la diversité des exploitations et leur donne des clés d'identification simples, l'analyse multicritère peut servir à élaborer une grille d'évaluation *a priori* de la pertinence des propositions techniques selon l'exploitant concerné. Pour le modélisateur, le calage par minimisation des écarts à la réalité ne doit pas le dispenser de chercher à mieux représenter les mécanismes en relation avec les différents objectifs, notamment en ce qui concerne les risques techniques et de trésorerie. De proche en proche, il n'est pas exclu qu'on retrouve une même fonction objectif pour tous les exploitants ce qui serait plus satisfaisant d'un point de vue théorique. Une formulation plus précise peut par ailleurs déboucher sur des voies d'action de

développement en matière de crédit, d'assurance comme de choix techniques. Tout l'art de la modélisation, pour être opérationnelle pour le développement, est donc de bien faire la part de ce qui est objectif des agents économiques de ce qui est contrainte. L'objectif est une caractéristique de l'agent alors qu'on peut agir sur les contraintes. Une action de développement n'a pas pour objet de changer les objectifs des acteurs mais de réduire les contraintes qui limitent leurs performances.

Juan Carlos MÉNDEZ et Michel BENOIT-CATTIN,
Chercheurs CIRAD-GERDAT-URPA, Montpellier.

Les auteurs remercient Carlos Romero, professeur à l'Université polytechnique de Madrid, d'avoir apporté des commentaires et conseils scientifiques à propos des versions préliminaires de ce travail. Nous remercions aussi la Commission européenne qui a financé ce travail de recherche à travers la Direction générale pour la science, la recherche et le développement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brossier J. et Petit M. *Pour une typologie des exploitations agricoles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs*. Economie rurale, 1977, n° 122, pp. 31-40.
- Burton R.O., Jr. Gildey J.S., Baker B.S. et Reda-Wilson K.J. *Nearly Optimal Linear Programming Solutions: Some Conceptual Issues and a Farm Management Application*. American Journal Agro-Economique, 1987, n° 69, pp. 813-818.
- Cary J.W. et Holmes W.E. *Relationships Among Farmers' Goals And Farm Adjustment Strategies: Some Empirics of a Multidimensional Approach*. The Journal of Agricultural Economics, 1982, vol. 26, pp. 114-130.
- Hazell P.B.R. *A Linear Alternative to Quadratic and Semi-variance Programming for Farm Planning Under Uncertainty*. American Journal Agro-Economics, 1971, n° 53, pp. 53-62.
- Hazell P.B.R. et Norton R.D. *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. MacMillan Publishing Company, New York, 1986, 400 p.
- Herath H.M.G. *An Empirical Evaluation of Multiattribute Utility Theory in Peasant Agriculture*. Oxford Agrarian Studies, 1981, n° 10, pp. 240-254.
- Jeffrey S., Gibson R.R. et Faminow D. *Nearly Optimal Linear Programming as a Guide To Agricultural Planning*. Agricultural Economics, 1992, n° 8, pp. 1-19.
- McCarl B. et Nelson C. *Multiple Optimal Solutions in Linear Programming Models: Comment*. American Journal Agrico-Economique, 1983, n° 65, pp. 181-183.
- Méndez J.C. *Intensification de la caféiculture chez les petits producteurs du Guatemala : Rapports entre la structure, le fonctionnement et les performances des exploitations*. Thèse de doctorat. ENSA, Montpellier, 1995, 204 p.
- Méndez J.C. et Benoit-Cattin M. *Intensificación de la caficultura de los pequeños productores de Guatemala. Una tipología. Café Cacao Thé*. CIRAD, 1994, n°2, avril-juin, pp. 125-133.
- Paris Q. *Multiple Optimal Solutions in Linear Programming Models*. American Journal Agro-Economics, 1981, n° 63, pp. 724-727.
- Paris Q. *Multiple Optimal Solutions in Linear Programming Models: Reply*. American Journal Agro-Economics, 1983, n° 65, pp. 184-186.
- Patrick G. et Blake B.F. *Measurement and Modeling of Farmers' goals: An Evaluation and Suggestions*. Southern Journal of Agricultural Economics, 1980, n° 1, pp. 199-205.
- Rehman T. et Romero C. *The Application of the MCDM Paradigm to the Management of Agricultural Systems: Some Basic Considerations*. Agricultural Systems, 1993, n° 41, pp. 239-255.
- Romero C. *Teoría de la decisión multicriterio*. Alianza, Madrid, 1993, 195 p.
- Romero C., Amador F. et Barco A. *Multiple Objectives in Agricultural Planning: A Compromise Programming Application*. American Journal Agricultural Economics, 1987, n° 69, pp. 78-86.
- Romero C. et Rehman T. *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions. Developments in Agricultural Economics*. Elsevier Science Publisher, B.V. Amsterdam, 1989, n° 5, 257 p.
- Sumpsi J.M., Amador F. et Romero C. *A Research on the Andalusian Farmers' Objectives: Methodological Aspects and Policy Implications*. VIIIth EAAE Congress, Stresa, Italy, 1993, volume D (Aspects of the Common Agricultural Policy), pp. 53-68.
- Sumpsi J.M., Amador F. et Romero C. *On Farmers' Objectives: The Case of Family Farms in Andalusia, Spain*. XXII International Conference of Agricultural Economists, Harare, Zimbabwe, 22-30 august 1994.
- Tourte R. *La Recherche-Développement, quelques expériences, quelques idées : avant-propos*. Les Cahiers de la Recherche Développement, 1983, n°2, pp. 2-3.
- Willis C. et Perlack R. *A Comparison of Generating Techniques and Goal Programming for Public Investment, Multiple Objective Decision Making*. American Journal Agricultural Economics, 1980, n° 62, pp. 66-74.
- Willis C.E. et Willis M.S. *Multiple Criteria and Nearly Optimal Solutions in Greenhouse Management*. Agricultural Systems, 1993, n° 41, pp. 289-303.